

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1999年 2月 3日

出 願 番 号
Application Number:

平成11年特許願第025692号

出 願 人
Applicant(s):

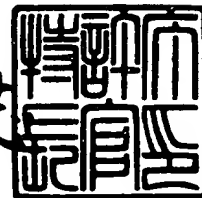
ミノルタ株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

1999年 9月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平11-3061525

【書類名】 特許願

【整理番号】 P990203017

【提出日】 平成11年 2月 3日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 15/14

【発明の名称】 レンズ光学系

【請求項の数】 4

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目 3 番 1 3 号 大阪国際ビル
ミノルタ株式会社内

 【氏名】 大森 滋人

【特許出願人】

 【識別番号】 000006079

 【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100085501

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 佐野 静夫

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 024969

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9716119

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レンズ光学系

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側より順に、負のパワーを有する第 1 群と、正のパワーを有する第 2 群と、負のパワーを有する第 3 群と、正のパワーを有する第 4 群と、を備え、前記第 1 群と前記第 2 群との間隔と、前記第 3 群と前記第 4 群との間隔と、を変化させることによりズーミングを行うレンズ光学系であって、前記第 4 群が回折格子を有することを特徴とするレンズ光学系。

【請求項 2】 前記回折格子について以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項 1 記載のレンズ光学系；

$$0.001 < \phi \text{ DOE} / \phi \text{ gr4} < 0.01$$

ただし、

$\phi \text{ DOE}$ ：回折格子によるレンズパワー、

$\phi \text{ gr4}$ ：第 4 群のパワー、

である。

【請求項 3】 前記回折格子について以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載のレンズ光学系；

$$1.0 < tW / fW < 4.0$$

$$tT / fT < 1.0$$

ただし、

tW ：広角端での回折格子と絞りとの空気換算軸上面間隔、

tT ：望遠端での回折格子と絞りとの空気換算軸上面間隔、

fW ：広角端でのズーム全系の焦点距離、

fT ：望遠端でのズーム全系の焦点距離、

である。

【請求項 4】 以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載のレンズ光学系；

$$| Y' \text{ max} / PZ | < 0.4$$

ただし、

Y'_{\max} : 最大像高、

PZ : 像面から射出瞳位置までの距離、
である。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明はレンズ光学系に関するものであり、更に詳しくは回折格子を有するレンズを用いたレンズ光学系に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

光学機器(例えば、デジタルカメラ、ビデオカメラ、銀塩カメラ)に用いられるレンズ光学系(例えば、ズームレンズ等の撮像光学系、ファインダー光学系等の観察光学系)をコンパクト化するには、回折格子を用いることが収差補正上有効である。具体的には、光学要素の表面や媒質境界面に形成された回折格子で回折光学面が構成され、その回折作用によってレンズ作用を実現する回折光学素子(すなわち回折レンズ)を用いればよい。回折レンズを有するズームレンズは、特開平10-148757号公報や特開平10-161022号公報で提案されている。前者は正・負・正・正の4成分タイプのズームレンズであり、第2群又は第3群に回折レンズを有している。一方、後者は負・正の2成分タイプのズームレンズであり、第2群に回折レンズを有している。

【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記従来例とは異なるズームタイプに回折格子を効果的に用いることにより、収差的な面からコンパクト化が達成されたレンズ光学系を提供することを目的とする。

【0 0 0 4】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、第1の発明のレンズ光学系は、物体側より順に、負のパワーを有する第1群と、正のパワーを有する第2群と、負のパワーを有す

る第3群と、正のパワーを有する第4群と、を備え、前記第1群と前記第2群との間隔と、前記第3群と前記第4群との間隔と、を変化させることによりズームを行うレンズ光学系であって、前記第4群が回折格子を有することを特徴とする。

【0005】

第2の発明のレンズ光学系は、上記第1の発明の構成において、前記回折格子について以下の条件式を満たすことを特徴とする。

$$0.001 < \phi \text{ DOE} / \phi \text{ gr4} < 0.01$$

ただし、

$\phi \text{ DOE}$: 回折格子によるレンズパワー、

$\phi \text{ gr4}$: 第4群のパワー、

である。

【0006】

第3の発明のレンズ光学系は、上記第1又は第2の発明の構成において、前記回折格子について以下の条件式を満たすことを特徴とする。

$$1.0 < tW / fW < 4.0$$

$$tT / fT < 1.0$$

ただし、

tW : 広角端での回折格子と絞りとの空気換算軸上面間隔、

tT : 望遠端での回折格子と絞りとの空気換算軸上面間隔、

fW : 広角端でのズーム全系の焦点距離、

fT : 望遠端でのズーム全系の焦点距離、

である。

【0007】

第4の発明のレンズ光学系は、上記第1又は第2の発明の構成において、以下の条件式を満たすことを特徴とする。

$$| Y'_{\text{max}} / PZ | < 0.4$$

ただし、

Y'_{max} : 最大像高、

PZ : 像面から射出瞳位置までの距離、
である。

【0 0 0 8】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を実施したレンズ光学系を、図面を参照しつつ説明する。図 1 は本実施の形態のズームレンズを示すレンズ構成図であり、その広角端 [W]、ミドル(中間焦点距離状態) [M] 及び望遠端 [T] でのレンズ配置を示している。レンズ構成図中、 d_i ($i=1,2,3,\dots$) が付された空気間隔は、物体側から数えて i 番目の軸上面間隔のうち、ズーミングにおいて変化する可変間隔を示している。またレンズ構成図中、 r_i ($i=1,2,3,\dots$) が付された面は物体側から数えて i 番目の面 (ただし最終面は像面 (I)) であり、 r_i に * 印が付された面は非球面、 r_i に # 印が付された面は回折格子が形成された回折レンズ面である。

【0 0 0 9】

本実施の形態は、物体側より順に、負のパワーを有する第 1 群 (Gr1) と、正のパワーを有する第 2 群 (Gr2) と、負のパワーを有する第 3 群 (Gr3) と、正のパワーを有する第 4 群 (Gr4) と、を備えた 4 成分タイプのズームレンズであり、第 1 群 (Gr1) と第 2 群 (Gr2) との間隔、第 3 群 (Gr3) と第 4 群 (Gr4) との間隔等を変化させることによりズーミングを行う構成になっている。第 2 群 (Gr2) と第 3 群 (Gr3) との間にはズーミング時ほとんど位置固定の絞り (S) が配置されており、最も像面 (I) 側にはローパスフィルター (LPF) が配置されている。

【0 0 1 0】

実施の形態(図 1)において、各群は物体側から順に以下のように構成されている。第 1 群 (Gr1) は、両凹の負レンズと、物体側に凸の正メニスカスレンズと、で構成されている。第 2 群 (Gr2) は、像側に凹の負メニスカスレンズと両凸の正レンズとから成る接合レンズと、物体側に凸の正メニスカスレンズと、で構成されている。第 3 群 (Gr3) は、像側に凸の正メニスカスレンズと両凹の負レンズとから成る接合レンズで構成されている。第 4 群 (Gr4) は、両凸の正レンズと、像側に凹の負メニスカスレンズと両凸の正レンズとから成る接合レンズと、で構成されており、第 1 4 面 (r_{14}) に回折格子を有している。このズームタイプのレン

ズ光学系をコンパクト化するためには、第4群(Gr4)に回折格子を用いることが収差補正上有効であり、これについては後で詳しく説明する。

【0 0 1 1】

次に、本実施の形態のように第4群(Gr4)に回折格子を有する、負・正・負・正の4成分を備えたズームタイプのレンズ光学系が満足することの望ましい条件式を説明する。なお、以下に示す全ての条件式を同時に満たす必要はなく、個々の条件式をそれぞれ単独に満足すれば対応する作用・効果を達成することが可能である。もちろん、複数の条件式を満足する方が、光学性能、コンパクト化等の観点からより望ましいことはいうまでもない。

【0 0 1 2】

前記回折格子について以下の条件式(1)を満たすことが望ましい。

$$0.001 < \phi \text{ DOE} / \phi \text{ gr4} < 0.01 \quad \dots (1)$$

ただし、

$\phi \text{ DOE}$: 回折格子によるレンズパワー、

$\phi \text{ gr4}$: 第4群(Gr4)のパワー、

である。

【0 0 1 3】

条件式(1)は、第4群(Gr4)のパワー $\phi \text{ gr4}$ ($\phi \text{ DOE}$ を含む。)に対する回折格子によるレンズパワー $\phi \text{ DOE}$ の比の望ましい条件範囲を規定している。この条件式(1)を満たすことにより、コンパクトなレンズ光学系を達成することができる。条件式(1)の下限を下回った場合、回折レンズの色収差補正効果が得られなくなるため、レンズ光学系の大きさが大きくなる。条件式(1)の上限を上回った場合、回折レンズの非点収差が増大するため、それを補正するためにレンズ光学系の大きさが大きくなる。

【0 0 1 4】

前記回折格子について以下の条件式(2),(3)のうちの少なくとも一方を満たすことが望ましい。

$$1.0 < tW / fW < 4.0 \quad \dots (2)$$

$$tT / fT < 1.0 \quad \dots (3)$$

ただし、

t_W : 広角端 [W] での回折格子と絞り (S) との空気換算軸上面間隔、

t_T : 望遠端 [T] での回折格子と絞り (S) との空気換算軸上面間隔、

f_W : 広角端 [W] でのズーム全系の焦点距離、

f_T : 望遠端 [T] でのズーム全系の焦点距離、

である。

【0015】

この条件式 (2), (3) を満たすことにより、色収差の良好なレンズ光学系を達成することができる。条件式 (2) の下限を下回った場合、広角端 [W] での倍率色収差補正が不十分となる。条件式 (2) の上限を上回った場合、レンズ光学系の大きさが大きくなる。条件式 (3) の上限を上回った場合、望遠端 [T] での倍率色収差が悪化する。

【0016】

以下の条件式 (4) を満たすことが望ましい。この条件式 (4) を満たすことにより、撮像素子を用いた場合に画面周辺の照度低下が良好な範囲となる。

$$|Y'_{\max}/PZ| < 0.4 \quad \dots (4)$$

ただし、

Y'_{\max} : 最大像高、

PZ : 像面 (I) から射出瞳位置までの距離、

である。

【0017】

【実施例】

以下、本発明を実施したレンズ光学系の構成等を、コンストラクションデータ、収差図等を挙げて、更に具体的に説明する。なお、以下に挙げる実施例は、前述した実施の形態に対応しており、実施の形態を表すレンズ構成図 (図 1) は、対応する実施例のレンズ構成を示している。また、実施例に対する比較例 (回折格子を有しない。) を併せて示すとともに、そのレンズ構成を図 3 に示す。

【0018】

実施例及び比較例のコンストラクションデータにおいて、 $r_i (i=1, 2, 3, \dots)$ は

物体側から数えて*i*番目の面の曲率半径、 $d_i (i=1,2,3,\dots)$ は物体側から数えて*i*番目の軸上面間隔を示しており、 $N_i (i=1,2,3,\dots)$ 、 $v_i (i=1,2,3,\dots)$ は物体側から数えて*i*番目の光学要素の*d*線に対する屈折率(n_d)、アッベ数(v_d)を示している。また、コンストラクションデータ中、ズーミングにおいて変化する軸上面間隔(可変間隔)は、広角端(短焦点距離端) [W] ~ミドル(中間焦点距離状態) [M] ~望遠端(長焦点距離端) [T] での各群間の軸上空気間隔である。各焦点距離状態 [W], [M], [T] に対応する全系の焦点距離*f*、半面角 $\omega(^{\circ})$ 及びFナンバーFNO、並びに条件式対応値を併せて示す。

【 0 0 1 9 】

曲率半径 r_i に*印が付された面は、非球面で構成された面であることを示し、非球面の面形状を表わす以下の式(AS)で定義されるものとする。また、曲率半径 r_i に#印が付された面は、回折格子が形成された回折レンズ面であることを示し、回折レンズ面のピッチの位相形状を表す以下の式(DS)で定義されるものとする。各非球面の非球面データ及び各回折レンズ面の回折面データを他のデータと併せて示す。

【 0 0 2 0 】

$$Z(H) = (C_0 \cdot H^2) / \{1 + \sqrt{1 - C_0^2 \cdot H^2}\} + (A \cdot H^4 + B \cdot H^6 + C \cdot H^8 + D \cdot H^{10}) \quad \dots (AS)$$

ただし、式(AS)中、

$Z(H)$: 高さ*H*の位置での光軸方向の変位量(面頂点基準)、

H : 光軸からの高さ(光軸垂直方向高さ)、

C_0 : 近軸曲率、

A, B, C, D : 非球面係数、

である。

【 0 0 2 1 】

$$\Phi(H) = (2\pi / \lambda_0) \cdot (C_1 \cdot H^2 + C_2 \cdot H^4 + C_3 \cdot H^6) \quad \dots (DS)$$

ただし、式(DS)中、

$\Phi(H)$: 位相関数、

H : 光軸からの高さ(光軸垂直方向高さ)、

λ_0 : 設計波長、

C1,C2,C3 : 位相係数、
である。

【 0 0 2 2 】

《実施例》

$$f = 4.8 \sim 10.5 \sim 23.0$$

$$\omega = 32.6 \sim 16.4 \sim 7.7(^{\circ})$$

$$FN0 = 2.4 \sim 3.25 \sim 4.1$$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

$$r1* = -108.09$$

$$d1 = 0.34 \quad N1 = 1.773 \quad \nu 1 = 49.6$$

$$r2 = 10.93$$

$$d2 = 1.50$$

$$r3* = 40.71$$

$$d3 = 0.76 \quad N2 = 1.805 \quad \nu 2 = 25.4$$

$$r4 = 120.55$$

$$d4 = 14.7 \sim 5.3 \sim 0.1$$

$$r5 = 84.26$$

$$d5 = 0.34 \quad N3 = 1.847 \quad \nu 3 = 23.8$$

$$r6 = 19.66$$

$$d6 = 1.83 \quad N4 = 1.734 \quad \nu 4 = 51.5$$

$$r7 = -27.21$$

$$d7 = 0.10$$

$$r8 = 11.99$$

$$d8 = 1.43 \quad N5 = 1.72 \quad \nu 5 = 50.2$$

$$r9* = 41.07$$

$$d9 = 0.1 \sim 3.7 \sim 14.6$$

$$r10 = \infty (S)$$

$$d10 = 0.3 \sim 5.3 \sim 10.2$$

$$r11 = -7.70$$

$$d11= 0.73 \quad N6= 1.805 \quad \nu 6= 25.4$$

$$r12= -5.38$$

$$d12= 0.34 \quad N7= 1.487 \quad \nu 7= 70.2$$

$$r13= 18.51$$

$$d13= 9.9 \sim 5.0 \sim 0.1$$

$$r14*#=16.61$$

$$d14= 1.64 \quad N8= 1.773 \quad \nu 8= 49.6$$

$$r15= -19.97$$

$$d15= 0.10$$

$$r16= 62.60$$

$$d16= 0.34 \quad N9= 1.847 \quad \nu 9= 23.8$$

$$r17= 7.97$$

$$d17= 1.95 \quad N10=1.773 \quad \nu 10=49.6$$

$$r18= -64.01$$

$$d18= 7.27$$

$$r19= \infty$$

$$d19= 3.40 \quad N11=1.517 \quad \nu 11=64.1$$

$$r20= \infty$$

$$d20= 1.00$$

$$r21= \infty(I)$$

【 0 0 2 3 】

[第 1 面(r1)の非球面データ]

$$A= 1.30 \times 10^{-4}, B=-1.51 \times 10^{-6}, C= 7.60 \times 10^{-9}$$

[第 3 面(r3)の非球面データ]

$$A= 8.53 \times 10^{-6}, B= 1.31 \times 10^{-6}, C=-1.75 \times 10^{-9}$$

[第 9 面(r9)の非球面データ]

$$A= 4.77 \times 10^{-5}, B= 3.06 \times 10^{-7}, C=-1.35 \times 10^{-8}$$

[第 1 4 面(r14)の非球面データ]

$$A=-1.63 \times 10^{-4}, B= 3.97 \times 10^{-7}, C= 6.40 \times 10^{-11}$$

【 0 0 2 4 】

[第 1 4 面(r14)の回折面データ]

$$C1=-1.63 \times 10^{-4}, C2=9.32 \times 10^{-6}$$

【 0 0 2 5 】

[条件式対応値]

$$\text{条件式(1)} : \phi \text{ DOE} / \phi \text{ gr4} = 0.0033$$

$$\text{条件式(2)} : tW / fW = 2.3$$

$$\text{条件式(3)} : tT / fT = 0.5$$

$$\text{条件式(4)(広角端[W]時)} : | Y' \text{ max} / PZ | = 0.05$$

$$\text{条件式(4)(望遠端[T]時)} : | Y' \text{ max} / PZ | = 0.08$$

【 0 0 2 6 】

《比較例》

$$f = 4.8 \sim 10.5 \sim 23.0$$

$$\omega = 32.6 \sim 16.4 \sim 7.7(^{\circ})$$

$$FNO = 2.4 \sim 3.25 \sim 4.1$$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]

$$r1* = -48.33$$

$$d1 = 0.63 \quad N1 = 1.773 \quad \nu 1 = 49.6$$

$$r2 = 11.94$$

$$d2 = 1.90$$

$$r3* = 42.15$$

$$d3 = 1.28 \quad N2 = 1.805 \quad \nu 2 = 25.4$$

$$r4 = 142.47$$

$$d4 = 23.5 \sim 8.1 \sim 0.9$$

$$r5 = 37.08$$

$$d5 = 0.42 \quad N3 = 1.847 \quad \nu 3 = 23.8$$

$$r6 = 15.49$$

$$d6 = 3.00 \quad N4 = 1.734 \quad \nu 4 = 51.5$$

$$r7 = -93.80$$

$d7 = 0.35$
 $r8 = 20.15$
 $d8 = 1.68 \quad N5 = 1.72 \quad \nu 5 = 50.2$
 $r9* = -71.59$
 $d9 = 0.8 \sim 4.6 \sim 18.0$
 $r10 = \infty (S)$
 $d10 = 0.3 \sim 5.6 \sim 12.0$
 $r11 = -11.17$
 $d11 = 1.19 \quad N6 = 1.805 \quad \nu 6 = 25.4$
 $r12 = -7.44$
 $d12 = 0.42 \quad N7 = 1.487 \quad \nu 7 = 70.2$
 $r13 = 22.81$
 $d13 = 11.9 \sim 6.9 \sim 0.1$
 $r14* = 21.27$
 $d14 = 1.73 \quad N8 = 1.773 \quad \nu 8 = 49.6$
 $r15 = -19.74$
 $d15 = 0.10$
 $r16 = -625.34$
 $d16 = 0.42 \quad N9 = 1.847 \quad \nu 9 = 23.8$
 $r17 = 8.07$
 $d17 = 6.00 \quad N10 = 1.773 \quad \nu 10 = 49.6$
 $r18 = -35.23$
 $d18 = 5.21$
 $r19 = \infty$
 $d19 = 3.40 \quad N11 = 1.517 \quad \nu 11 = 64.1$
 $r20 = \infty$
 $d20 = 1.77$
 $r21 = \infty (I)$

【0 0 2 7】

[第 1 面(r1)の非球面データ]

$$A = 4.46 \times 10^{-5}, B = -6.68 \times 10^{-7}, C = 3.09 \times 10^{-9}$$

[第 3 面(r3)の非球面データ]

$$A = 2.19 \times 10^{-5}, B = 1.00 \times 10^{-6}, C = -7.81 \times 10^{-10}$$

[第 9 面(r9)の非球面データ]

$$A = 2.77 \times 10^{-5}, B = 2.05 \times 10^{-8}, C = -1.74 \times 10^{-9}$$

[第 1 4 面(r14)の非球面データ]

$$A = -1.32 \times 10^{-4}, B = 2.26 \times 10^{-7}, C = -1.35 \times 10^{-11}$$

【0 0 2 8】

上記比較例は負・正・負・正の 4 成分ズームレンズであり、第 1 群(Gr1)が負レンズと正レンズとの 2 枚、第 2 群(Gr2)が負レンズと正レンズと正レンズとの 3 枚、第 3 群(Gr3)が正レンズと負レンズとの 2 枚、第 4 群(Gr4)が正レンズと負レンズと正レンズとの 3 枚、で構成されている。表 1 に、比較例の広角端[W]，望遠端[T]における、光学系全体の色収差係数と各群(Gr1~Gr4)の色収差係数を示す(ただし、LC：軸上色収差係数，TC：倍率色収差係数である。)。比較例の光学系全体での色収差係数値から、広角端[W]での倍率色収差係数TCが正に大きいことが分かる。この比較例の第 1 群(Gr1)，第 2 群(Gr2)，第 3 群(Gr3)又は第 4 群(Gr4)に回折レンズを用いたときの色収差補正効果を以下に検討する。

【0 0 2 9】

【表 1】

〈回折レンズを有しない場合(比較例)の色収差係数〉

			全体	第 1 群	第 2 群	第 3 群	第 4 群
色収差係数	W	LC	4	-10	49	18	-53
		TC	37	101	-3	18	-79
	T	LC	1	-10	12	1	-2
		TC	2	202	194	38	-44

【 0 0 3 0 】

上記比較例の第 1 群 (Gr1) に回折レンズを配置したと仮定する。第 1 群 (Gr1) は絞り (S) から離れて前に位置するため、倍率色収差係数 TC が大きくなる。これを補正するために負の倍率色収差係数 TC を発生する回折レンズを第 1 群 (Gr1) に用いた場合、その回折レンズによって正の軸上色収差係数 LC が発生することになる。その軸上色収差係数 LC は大きさ的には小さいが、光学系全体の軸上色収差係数 LC は正に増大することになる。したがって、第 1 群 (Gr1) に回折レンズを配置することは適当でない。

【 0 0 3 1 】

上記比較例の第 2 群 (Gr2) に回折レンズを配置したと仮定する。第 2 群 (Gr2) は広角端 [W] では絞り (S) 直前に位置し、望遠端 [T] では絞り (S) から離れて前に位置するため、広角端 [W] では軸上色収差係数 LC が大きくなり、望遠端 [T] では倍率色収差係数 TC が大きくなる。比較例は広角端 [W] での倍率色収差係数 TC の改善が必要であることとはそぐわず、第 2 群 (Gr2) には回折レンズが効果的でないことが予測される。

【 0 0 3 2 】

上記比較例の第 3 群 (Gr3) に回折レンズを配置したと仮定する。第 3 群 (Gr3) は広角端 [W] では絞り (S) 直後に位置し、望遠端 [T] では絞り (S) から離れて後ろに位置するため、広角端 [W] では軸上色収差係数 LC が大きくなり、望遠端 [T] では倍率色収差係数 TC が大きくなる。比較例は広角端 [W] での倍率色収差係数 TC の改善が必要であることとはそぐわず、第 3 群 (Gr3) には回折レンズが効果的でないことが予測される。

【 0 0 3 3 】

上記比較例の第 4 群 (Gr4) に回折レンズを配置したと仮定する。この場合のレンズ構成は前記実施例に相当する。表 2 に、実施例の広角端 [W]、望遠端 [T] における、光学系全体の色収差係数と各群 (Gr1~Gr4) の色収差係数を、表 1 と同様に示す。ただし、第 4 群 (Gr4) で発生する色収差係数については、第 4 群 (Gr4) 全体での色収差係数と回折レンズが発生する色収差係数とに分けて示す。

【0 0 3 4】

【表 2】

〈第 4 群に回折レンズを有する場合(実施例)の色収差係数〉

			全 体	第 1 群	第 2 群	第 3 群	第 4 群	
							群 全 体	回 折 レ ン ズ*
色 収 差 係 数	W	L C	- 9	- 1 0	3 4	1 1	- 4 5	- 4 3
		T C	8	8 5	- 3	1 4	- 8 8	- 9 5
	T	L C	0	- 1 0	1 1	1	- 2	- 2
		T C	- 1 1	1 8 7	- 1 8 3	3 1	- 4 5	- 5 4

【0 0 3 5】

第 4 群(Gr4)は絞り(S)から離れて後ろに位置するため、倍率色収差係数 T C が大きくなる。これを補正するために負の倍率色収差係数 T C を発生する回折レンズを第 4 群(Gr4)に用いた場合、その回折レンズによって負の軸上色収差係数 L C が発生することになる。比較例では軸上色収差係数 L C が正であるため、回折レンズにより発生する軸上色収差係数 L C で打ち消される。このため、回折レンズによる色収差補正効果を大きくすることが可能である。また前記実施例の場合、広角端[W]での倍率色収差係数 T C が小さくなる。したがって、回折レンズを第 4 群(Gr4)に配置するのが適当であり、このとき回折レンズによる色収差補正効果が最も大きいことが分かる。

【0 0 3 6】

次に、回折レンズを用いたときの非点収差とペッツバールの効果を以下に検討する。図 5 (a)～(c)に示す 3 種類の薄肉レンズの光学系：

(a) 正・負の接合レンズ、

(b) 接合面が回折レンズ面(破線部)から成る正・負の接合レンズ、

(c) 回折レンズ面(破線部)を有する正の単レンズ、

をモデルとして考える。モデル(a)では正・負の接合で色収差補正が行われ、モデル(b)では正・負の接合と回折レンズ面で色収差補正が行われ、モデル(c)では回折レンズ面のみで色収差補正が行われる。回折レンズによる色収差補正度合

いには(a)<(b)<(c)の関係があるため、回折レンズのレンズパワーにも(a)<(b)<(c)の関係が生じる。したがって、回折レンズによる色収差補正度合いの最も大きいモデル(c)の回折レンズのレンズパワーが最も大きくなる。

【0037】

前記比較例の第4群(Gr4)は正レンズと負レンズで構成されており、正レンズの硝種は相対的に低屈折率・低分散、負レンズの硝種は相対的に高屈折率・高分散である。そこで、モデル(a)、(b)の接合レンズも、正レンズの硝種を相対的に低屈折率・低分散とし、負レンズの硝種を相対的に高屈折率・高分散とする。表3に、各硝種データ(ただし、 n_d : d線に対する屈折率、 ν_d : アッペ数である。)を示す。

【0038】

【表3】

〈硝種データ〉

硝種	n_d	ν_d
低屈折率・低分散	1. 5	6 0
高屈折率・高分散	1. 8	3 0
回折レンズ面	∞	- 3. 4 5

【0039】

表4に、各モデル(a)~(c)の光学系全体の収差係数を示す(ただし、PT: ペッツバル係数、AS: 非点収差係数である)。比較例において第4群(Gr4)は絞り(S)より後ろに位置するため、各モデル(a)~(c)も同様に絞り(S)より後ろに位置すると仮定して、収差係数の計算を行った。また、各モデル(a)~(c)の収差係数算出に当たっては、光学系全体の球面収差係数が最小となるベンディングを与えた。表4から、ペッツバル係数PTは回折レンズのレンズパワーが大きくなるほど小さくなることが分かる。また、非点収差係数ASは回折レンズのレンズパワーが大きくなるほど大きくなることが分かる。

【0 0 4 0】

【表 4】

〈モデル(a)～(c)の収差係数〉

レンズ位置	収差係数	モデル(a)	モデル(b)	モデル(c)	
				低屈折率 低分散	高屈折率 高分散
位置に関係なく	P T	0. 7 7 8	0. 7 5 9	0. 6 3	0. 4 9 8
絞り位置	A S	1	1	1	1
絞りより後ろ	A S	0. 0 3 6	0. 9 7 3	1. 3 6 6	1. 1 3 8

【0 0 4 1】

表 5 に、比較例と実施例 {第 4 群(Gr4)に回折レンズを有する光学系} のペッツバール係数 P T と非点収差係数 A S を示す。2 つの光学系は、同等のレンズ性能が得られる大きさに設計した。表 5 から分かるように、比較例は光学系全体のペッツバール係数 P T が正に大きい、回折レンズの効果により第 4 群(Gr4)のペッツバール係数 P T が小さくなることで収差上に余裕が発生し、その結果、大きさの小さいズームタイプが得られたと考えられる。

【0 0 4 2】

【表 5】

〈比較例と実施例の収差係数〉

			全体	第 1 群	第 2 群	第 3 群	第 4 群
比較例	W	A S	- 7 1	5 4 1	6 4 2	- 5 3 1	- 7 2 4
	T	A S	1 3	6 8 7	- 1 4 8	- 8 0	- 4 4 5
	P T		1 6 1	- 3 8 1	4 1 2	- 3 8 4	5 1 4
実施例	W	A S	- 2 9	4 8 2	7 1 4	- 7 4 4	- 4 8 1
	T	A S	5 8	4 3 4	6	- 2 8 8	- 9 5
	P T		1 2 9	- 3 6 6	4 3 9	- 5 3 7	5 9 4

【 0 0 4 3 】

以上の検討結果から、回折レンズを用いる場合、色収差補正効果とペッツバル及び非点収差の影響とのバランスにより、コンパクト化度合いが決まることが分かる。そして、本実施例のように負・正・負・正の4成分を備えたズームタイプの第4群(Gr4)に回折レンズを用いれば、色収差補正効果によりコンパクトな光学系を得ることができる。

【 0 0 4 4 】

図2は実施例の収差図、図4は比較例の収差図であり、それぞれ広角端[W]，ミドル[M]，望遠端[T]での諸収差を示している。各焦点距離状態での収差図は、左から順に、[A]球面収差，[B]非点収差，[C]歪曲収差を表している。球面収差図[A]において、縦軸は入射瞳への入射高さHをその最大高さH0(=1)で規格化した値(すなわち入射瞳平面を切る相対高さ)H/H0であり、横軸は近軸結像位置からの光軸方向のズレ量(mm)である。破線はC線(波長： $\lambda_C=656.3\text{nm}$)に対する球面収差量、実線はd線(波長： $\lambda_d=587.6\text{nm}$)に対する球面収差量、一点鎖線はg線(波長： $\lambda_g=435.8\text{nm}$)に対する球面収差量を表している。非点収差図[B]において、縦軸は像高Y'(mm)であり、横軸は近軸結像位置からの光軸方向のズレ量(mm)である。また、実線Xはサジタル面での非点収差を表しており、実線Yはメリディオナル面での非点収差を表している。歪曲収差図[C]において、縦軸は像高Y'(mm)であり、横軸は歪曲収差量(%)である。

【 0 0 4 5 】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、回折格子が効果的に用いられるため、収差的な面からレンズ光学系のコンパクト化を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

実施の形態(実施例)のレンズ構成図。

【図2】

実施例の収差図。

【図 3】

比較例のレンズ構成図。

【図 4】

比較例の収差図。

【図 5】

回折レンズを用いた場合の非点収差とペッツパールの効果を説明するための図

【符号の説明】

Gr1 …第 1 群

Gr2 …第 2 群

Gr3 …第 3 群

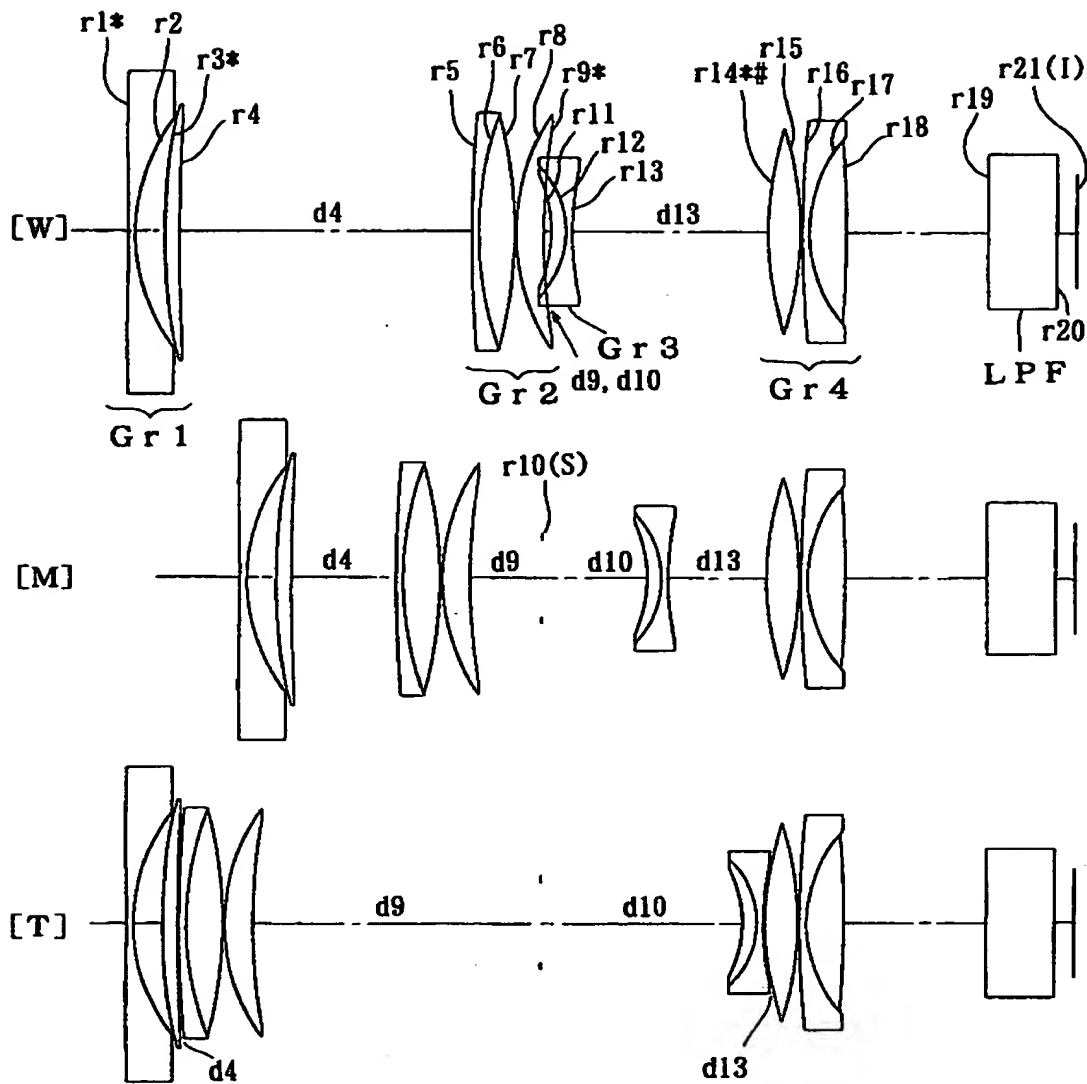
Gr4 …第 4 群

S …絞り

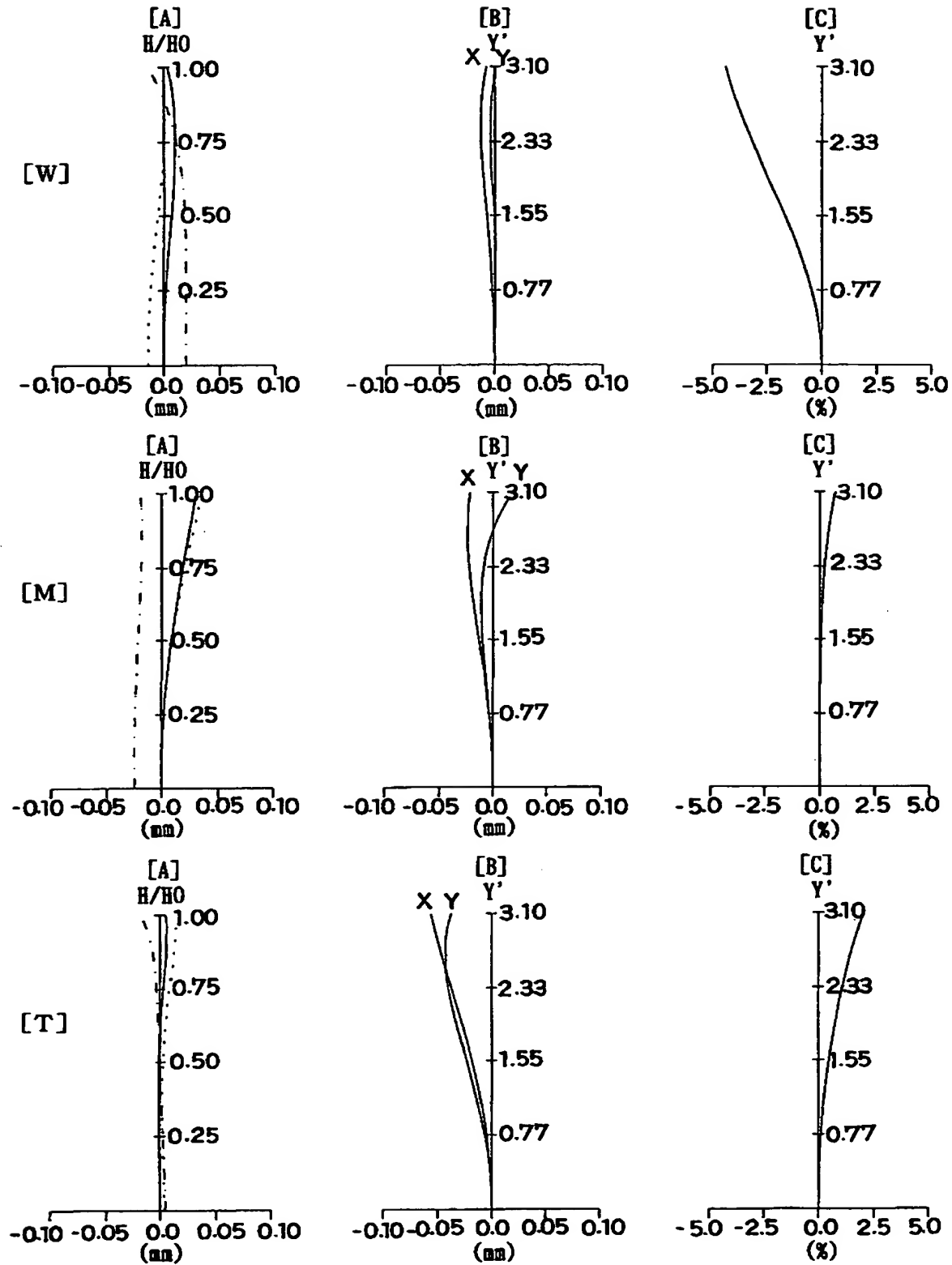
LPF …ローパスフィルター

【書類名】 図面

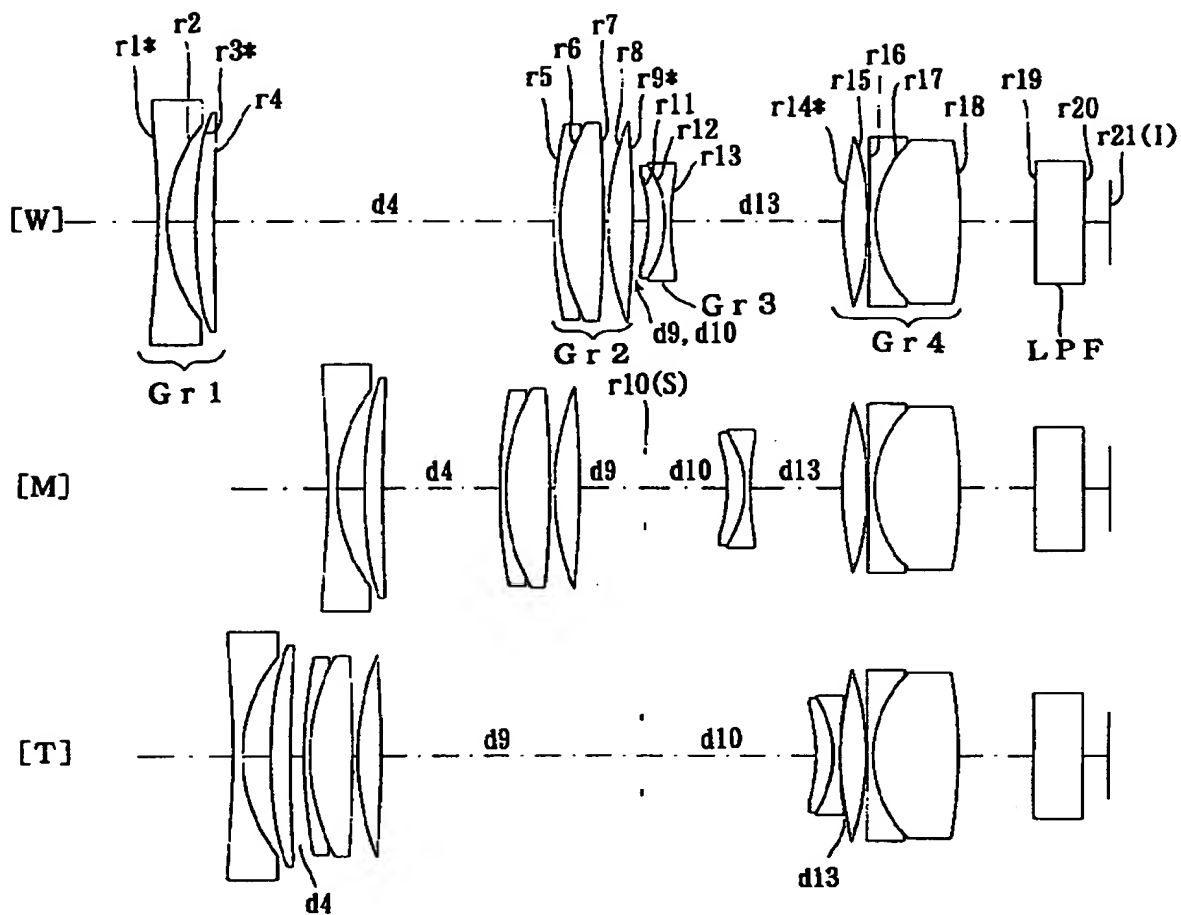
【図 1】



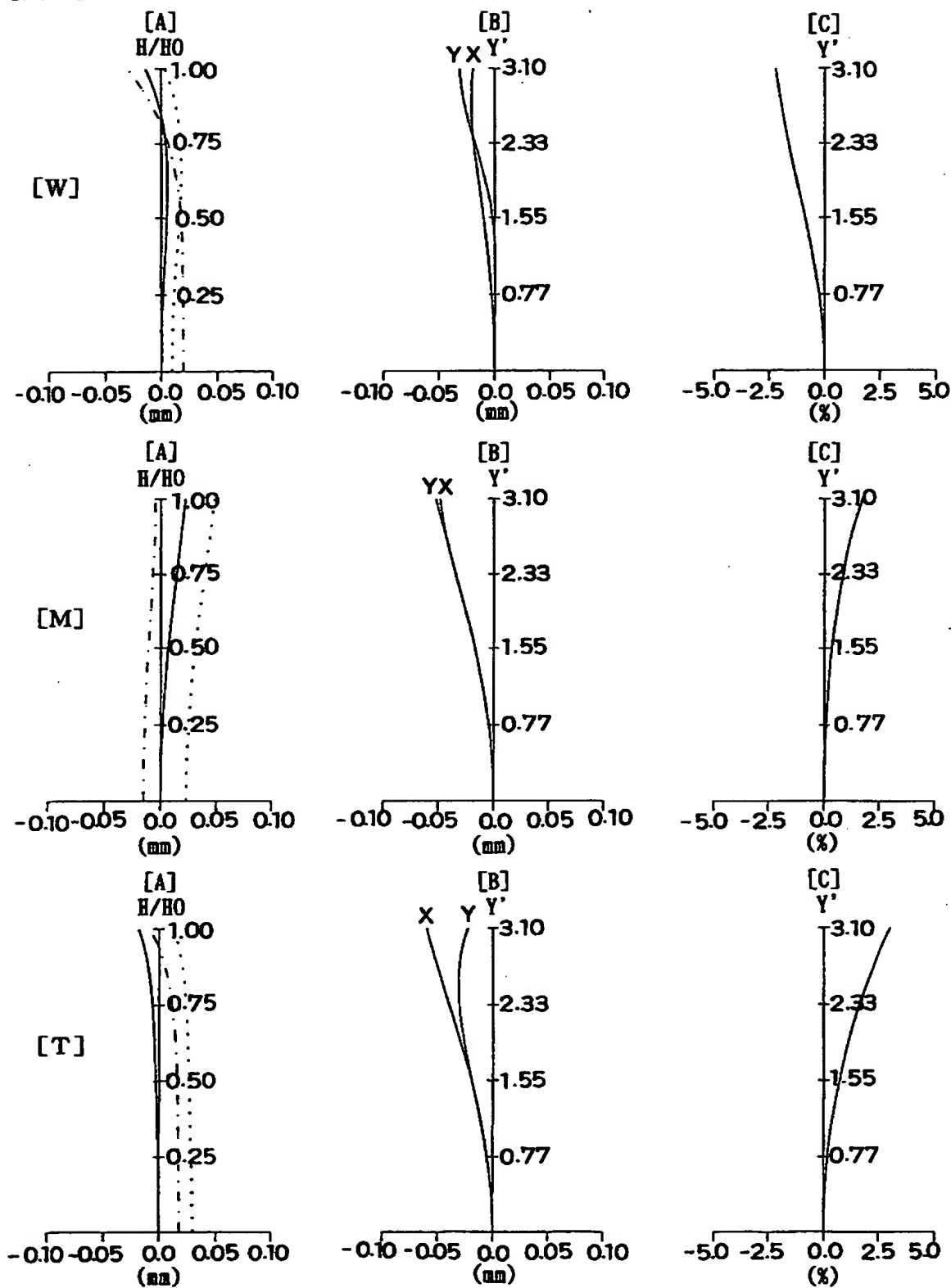
【図 2】



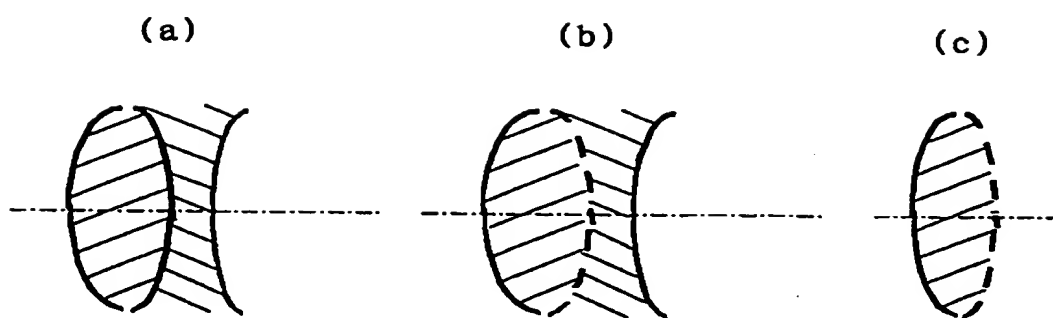
【図 3】



【図 4】



【图 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 回折格子を効果的に用いることにより収差的な面からコンパクト化が達成されたレンズ光学系を提供する。

【解決手段】 物体側より順に、負のパワーを有する第 1 群(Gr1)と、正のパワーを有する第 2 群(Gr2)と、負のパワーを有する第 3 群(Gr3)と、正のパワーを有する第 4 群(Gr4)と、を備える。第 1 群(Gr1)と第 2 群(Gr2)との間隔、第 3 群(Gr3)と第 4 群(Gr4)との間隔等を変化させることによりズームングを行う。第 4 群(Gr4)が回折格子(r14*#)を有する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006079]

1. 変更年月日 1994年 7月20日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
氏 名 ミノルタ株式会社